

11. Анаэробная биологическая обработка сточных вод/ Тезисы докладов участников республиканской научно-технической конференции 15-17 ноября 1988г. / Кишинев, 1988г.
12. Касаткин, А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: Учебник для вузов 12-е изд., стереотипное, доработанное / А. Г. Касаткин. – М.: ООО ТИД «Альянс», 2005. – 753 с.

ЗАВИСИМОСТЬ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ФРОНТА ПЛАМЕНИ ОТ СКОРОСТИ ТЕПЛОТЫДЕЛЕНИЯ И СОСТАВА ГАЗОВОГО ТОПЛИВА

Н.М. Смоленская, к.т.н., доц.

Тольяттинский государственный университет

445020, г. Тольятти, ул. Белорусская 14, тел. (8482) 53-95-18.

E-mail: nata_smolenskaya@mail.ru

Аннотация. В работе показана возможность исследования процесса сгорания по электропроводности пламени. На основании анализа экспериментальных данных получены зависимости параметров электропроводности фронта пламени от скорости теплотыделения при варьировании химической активности газового топлива в ДВС с искровым зажиганием. Полученные зависимости позволят повысить эффективность и снизить токсичность работы ДВС при регулировании рабочего процесса по датчикам ионизации.

Abstract. The paper shows the possibility of studying the combustion process for the electrical conductivity of a flame. On the basis of the analysis of the experimental data, the dependences of the parameters of the electrical conductivity of the flame front on the rate of heat release are obtained by varying the chemical activity of gas fuel in the ICE. The obtained dependences will allow to increase the efficiency and reduce the toxicity of the ICE while regulating the working process by ionization sensors.

Введение

Явление электропроводности фронта пламени характеризуется наличием в процессе горения большого числа ионизированных молекул, так в зоне горения основными являются следующие ионы: CH_3^+ , CHO^+ , OH^+ , H^+ и H_3O^+ , как это показано в работах [1 – 5]. В результате чего, фронт пламени способен проводить электрический ток, при этом характеристика электрической проводимости определяется, в первую очередь, плотностью ионов в зоне датчика ионизации. На основании данного эффекта многие исследователи предполагают, что характеристики электропроводности фронта пламени позволяют более точно оценивать параметры протекания рабочего процесса, на основании чего возможна реализация системы управления работой двигателя по датчикам ионизации [6]. Данная перспективная система управления позволит более точно поддерживать эффективные и низкотоксичные режимы работы двигателя, что особенно остро необходимо, при дальнейшем ужесточении норм токсичности. Также, как показывают многочисленные исследования и практически реализованные проекты, экологически чистым топливом называется природный газ с добавкой химического активатора горения в виде водорода. Данные проекты успешно реализуются в настоящее время в США и Германии в виде серийного городского транспорта.

По этому целью данной работы является расширение знаний о возможности оценки скорости теплотыделения по характеристикам электропроводности фронта пламени в начальной и основной фазах сгорания.

Экспериментальное оборудование

Экспериментальные исследования проводились на одноцилиндровой установке УИТ-85. Геометрические параметры двигателя: рабочий объем цилиндра 0,652 л., диаметр цилиндра 85 мм, ход поршня 115 мм, степень сжатия 7. Электромотор поддерживает обороты постоянными, однородность топливно-воздушной смеси обеспечивается подогревом впускного трубопровода.

Регистрация перемещения фронта пламени внутри цилиндра УИТ-85 (рисунок 1) осуществлялась по датчикам ионизации. Датчик ионизации 1 располагался у свечи зажигания (рисунок 2а), а датчик ионизации 2 установлен в переходник с датчиком давления (рисунок 2б). Такое расположение датчиков ионизации позволяет оценивать параметры распространения фронта пламени в начальной и заключительной фазах сгорания [9,10].

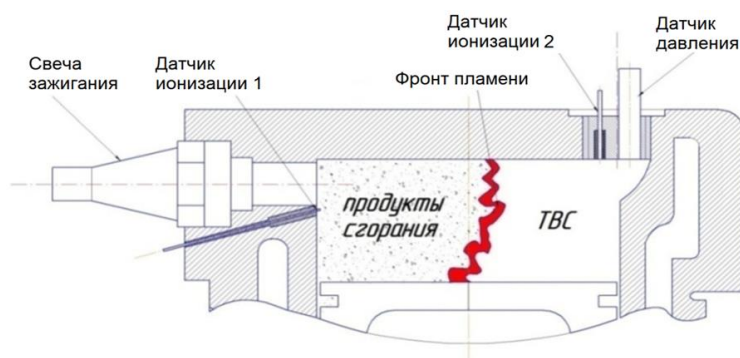


Рис. 1. Схема камеры сгорания установки УИТ-85



а



б

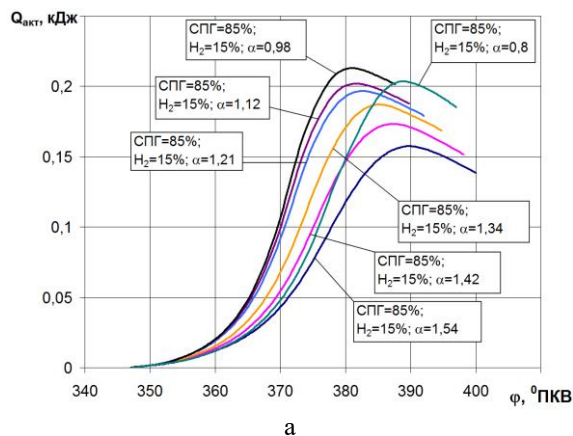
Рис. 2. Применяемые датчики ионизации:

(а) датчик ионизации 1, установленный рядом со свечей зажигания; (б) датчик ионизации 2, установленный рядом с датчиком давления ДМВГ-50

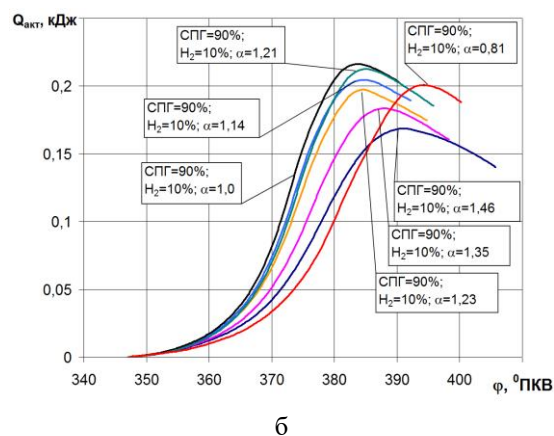
Работа установки осуществлялась при фиксированном угле опережения зажигания в 13° ПКВ и частоте вращения 900 ± 9 мин $^{-1}$. Методика эксперимента заключалась в параллельной записи сигналов многоканальным аналоговым цифровым преобразователем L-783M L-CARD. Сигналы регистрировались со следующих датчиков: ионизации, искры зажигания, положения коленчатого вала, давления в цилиндре двигателя, массового расхода воздуха. Природный газ и водород подавались отдельно во впускной коллектор за карбюратор, массовый расход газа определялся по тарированной скважности форсунок.

Результаты и обсуждения

В результате термодинамического анализа индикаторных диаграмм получены характеристики количества активно выделившегося тепла в процессе сгорания, которые приведены на рисунке 3. Из них мы видим, что увеличение доли водорода повышает скорость тепловыделения, а следовательно и эффективность подвода теплоты. Термодинамический анализ проводился по методикам, приведенным в [7 – 10].



а



б

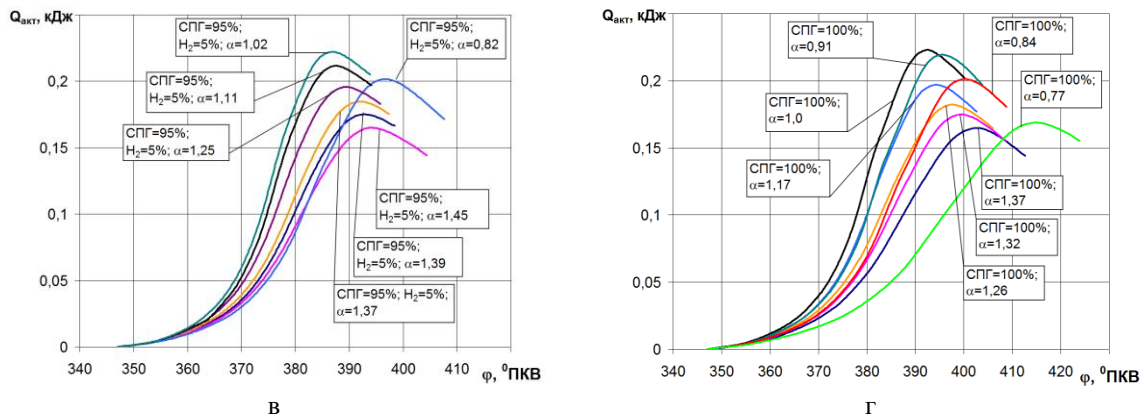


Рис. 3. Количество активно выделившегося тепла в процессе сгорания при различных долях водорода и варьировании коэффициента избытка воздуха:

(а) СПГ = 85%, H_2 = 15%; (б) СПГ = 90%, H_2 = 10%; (в) СПГ = 95%, H_2 = 5%; (г) СПГ = 100%

Для этих режимов характерны следующие характеристики электропроводности фронта пламени, приведенные на рисунке 4. Из рисунка 4 мы видим, что с увеличением доли водорода повышается интенсивность сигнала и его стабильность, как на датчике у свечи зажигания, так и на датчике ионизации 2, расположенном в удаленной от свечи зажигания части камеры сгорания.

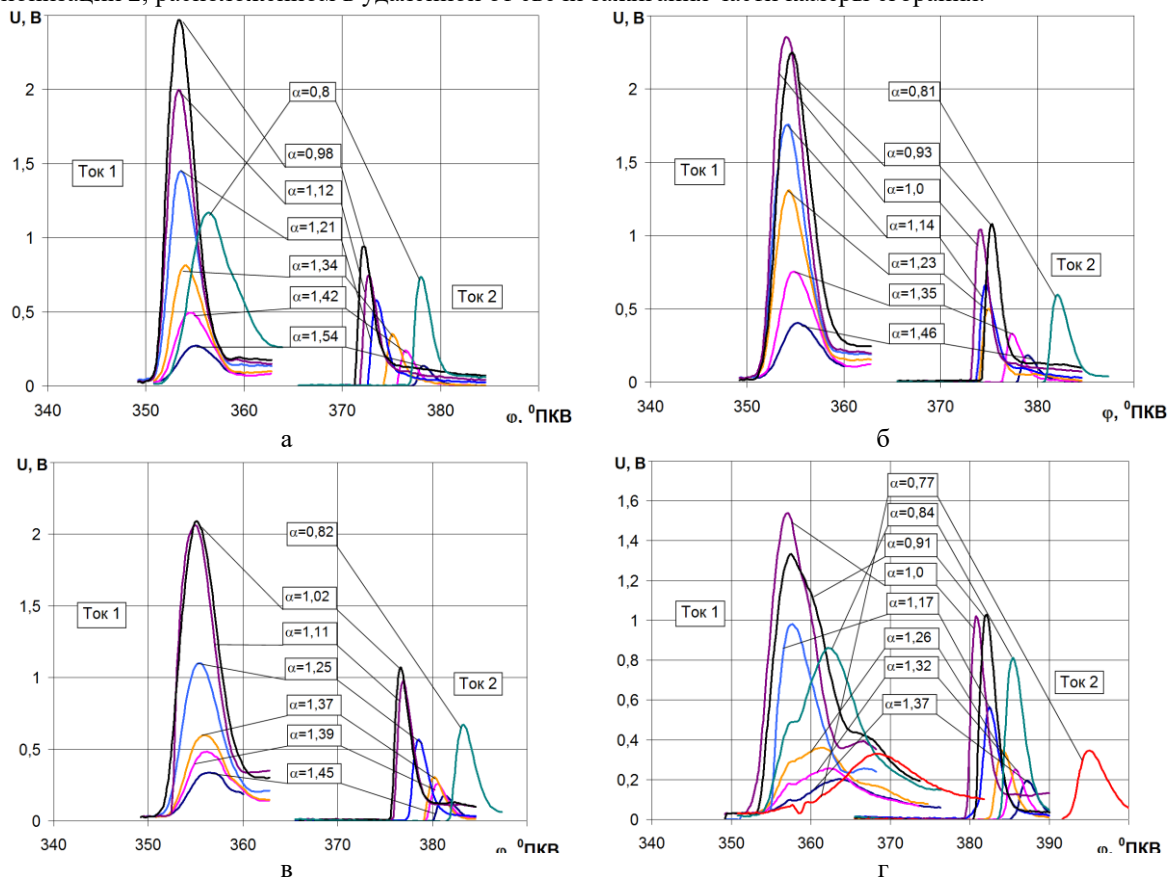


Рис. 4. Общий вид характеристики электропроводности пламени на датчиках ионизации 1 и 2 при различных долях водорода и варьировании коэффициента избытка воздуха:

(а) СПГ = 85%, H_2 = 15%; (б) СПГ = 90%, H_2 = 10%; (в) СПГ = 95%, H_2 = 5%; (г) СПГ = 100%

Проводя анализ изменения количества активно выделившегося тепла в процессе сгорания от коэффициента избытка воздуха (рисунок 5), можно отметить, что на режимах где наблюдается активное сгорание значения лежат примерно на одной кривой, исключение лишь составляет зона обед-

нения при работе на СПГ ($\alpha = 1,26 \div 1,37$), где наблюдается вялое горение, что сказывается на снижении эффективности тепловыделения.

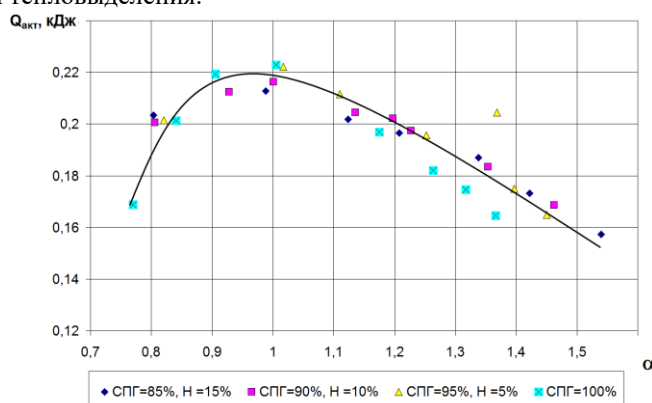


Рис. 5. Зависимость количества активно выделившегося тепла в процессе сгорания от коэффициента избытка воздуха при варьировании доли водорода

Оценивая возможности контроля за протеканием процесса сгорания по датчикам ионизации, был проведен анализ характеристик электропроводности и выявлены следующие закономерности, связывающие их с параметрами тепловыделения. Так на рисунке 6 приведены зависимости количества активно выделившегося тепла в момент появления сигнала на датчике от максимума амплитуды сигнала ионного тока при варьировании доли водорода. Можно отметить, что и для I-го и для II-го датчика ионизации имеется характерная зависимость показывающая, что для больших амплитуд сигнала ионного тока характерно увеличение количества выделившейся энергии, причем для II-го датчика ионизации (рисунок 6б) имеется также зависимость от доли водорода в топливе. Отсутствие четкой корреляции количества выделившейся энергии в момент появления ионного тока на I-ом датчике объясняется близким расположением электрода к свече зажигания (расстояние между ними 7 мм) и высокой стохастичностью процесса воспламенения и сгорания. Полученные данные показывают, что для оценки тепловыделения в цилиндре двигателя, более информативным является датчик, расположенный в более удаленной части камеры сгорания, так как он суммирует влияние водорода на процесс сгорания в первой и второй фазах.

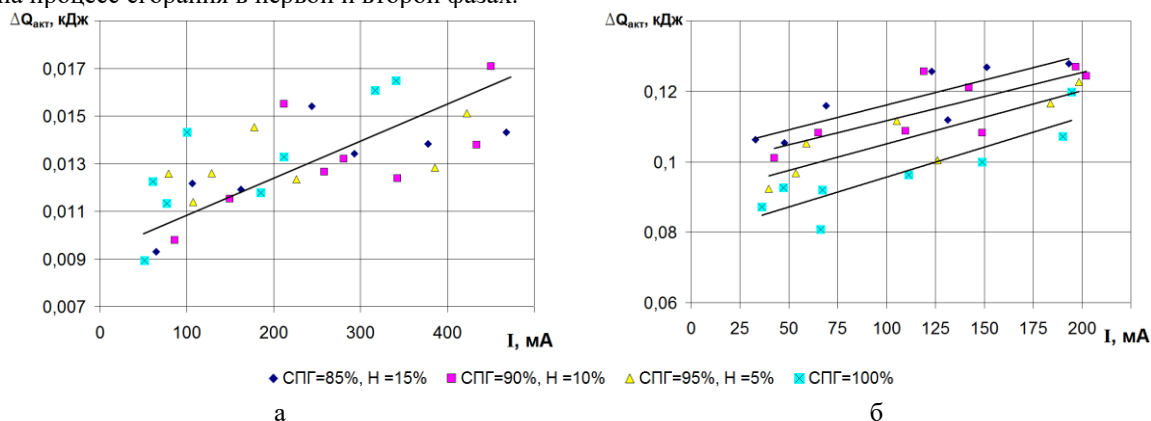


Рис. 6. Зависимость количества активно выделившегося тепла в момент появления ионного тока от максимума амплитуды сигнала ионного тока при варьировании доли водорода:
(а) на I-ом датчике ионизации; (б) на II-ом датчике ионизации

Оценивая связь более тонких параметров электропроводности со скоростью тепловыделения, введено понятие «плотности тока» на датчике, т.е. это средняя величина сигнала. Также принята средняя скорость тепловыделения в зоне сигнала на датчике ионизации, показывающая среднее количество выделившейся теплоты за $0,27^\circ$ ПКВ. Зависимость данных параметров представлена на рисунке 7, где 7а это зависимость для I-го датчика ионизации, а 7б для II-го. Видно, что увеличение средней величины сигнала ионного тока отражает увеличение средней скорости тепловыделения в зоне датчика ионизации. Принципиального влияния изменения доли водорода в газом топливе на увеличение средней удельной скорости тепловыделения в зоне регистрации ионного тока не обнару-

жено, что говорит об универсальности характеристики электропроводности пламени, в которой уже отражено влияние ативного компонента газового топлива \square водорода.

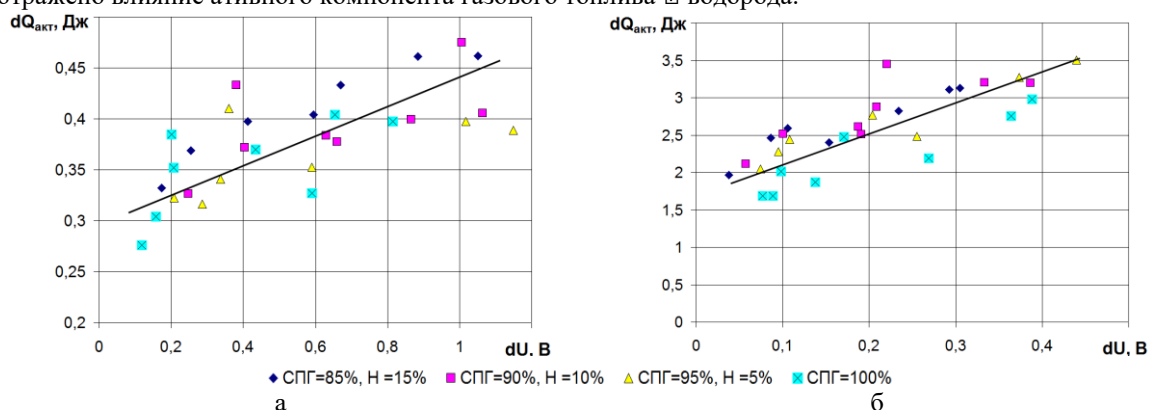


Рис. 7 Зависимость удельной выделившейся теплоты за время сигнала ионного тока от средней плотности напряжения этого сигнала: (а) на I-ом датчике ионизации; (а) на II-ом датчике ионизации

Выводы

1. Представленные результаты экспериментальных исследований показывают значительное влияние водорода на скорость тепловыделение и, как показывает анализ электропроводности, на скорость протекания химических реакций окисления во фронте пламени, что отражается в увеличении амплитуды сигнала и его равномерности.

2. Показана возможность определения параметров скорости тепловыделения по характеристике электропроводности, как удельно, т.е. от начала процесса сгорания до появления ионного тока, так и локально, в зоне регистрации сигнала появления пламени у электрода датчика. Показано, что у удаленного от свечи зажигания датчика ионизации выше стабильность сигнала и его легче интерпретировать в характеристики скорости тепловыделения.

3. Показана возможность оценивать эффективность процесса сгорания по сигналу с датчика ионизации, позволяющего не только оценивать коэффициент избытка топлива, состав газового топлива, но и скорость тепловыделения, а следовательно и эффективность протекания процесса сгорания, что показывает широкие возможности для регулирования рабочего процесса.

Финансовая поддержка

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, грант № 16-38-00331.

Литература.

1. Upadhyay D., Rizzoni G. AFR Control on a Single Cylinder Engine Using the Ionization Current. SAE 980203
2. M. Hellring, T. Munter, T. Rögnvaldsson, N. Wikström, C. Carlsson, M. Larsson and J. Nytomt. Robust AFR Estimation Using Ion Current and Neural Networks. SAE 1999-01-1161
3. A. Saitzkoff, R. Reinmann, F. Mauss and M. Glavmo In-Cylinder Pressure Measurements Using the Sparg Plug as an Ionization Sensor. SAE 970857
4. E.A. VanDyne, C.L. Burcmyer, A.M. Wahl and A.E. Funaioli Misfire Detection from Ionization Feedback Utilizing the Smartfire Plasma Ignition Technology. SAE 2000-01-1377
5. Auzins J., H. Johansson and J. Nytomt Ion-Gap Sense in Misfire Detection, Knock, and Engine Control. SAE 950004
6. Smolenskaya N.M. and Korneev N.V. Modelling of the combustion velocity in UIT-85 on sustainable alternative gas fuel, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 66 (2017) 012016 doi:10.1088/1755-1315/66/1/012016.
7. Smolenskaya N.M., Smolenskii V.V, Bobrovskij I., Research of polytropic exponent changing for influence evaluation of actual mixture composition on hydrocarbons concentration decreasing on deep throttling operation, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 50 (2017) 012016 doi:10.1088/1755-1315/50/1/012016.
8. Heywood J.B., Internal Combustion Engine Fundamentals, McGraw-Hill, – New York : McGraw-Hill, 1988. – 931 p.

9. Li Y, Jia M, Chang Y, Kokjohn S L, Reitz R D, Thermodynamic energy and exergy analysis of three different engine combustion regimes, *Applied Energy*, 180 (2016) 849-858. DOI: 10.1016/j.apenergy.2016.08.038.
10. Zhao Z, Wang S, Zhang S, Zhang F, Thermodynamic and energy saving benefits of hydraulic free-piston engines, *Energy*, 102 (2016) 650-659. DOI: 10.1016/j.energy.2016.02.018.

ПРИМЕНЕНИЕ ГИДРОКСИДА НИКЕЛЯ, ПОЛУЧЕННОГО ИЗ ГАЛЬВАНОШЛАМА В ПРИСУТСТВИИ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАТЕЛЯ, ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ АКТИВНОЙ МАССЫ АККУМУЛЯТОРОВ

Е.Н.Лазарева¹, к.х.н, доц., Л.Н.Ольщанская², д.х.н., проф., зав.кафедрой, В.В.Егоров¹, к.т.н.

¹Энгельсский технологический институт (филиал) Саратовского ГТУ им.Гагарина Ю.А.

²Саратовский ГТУ им.Гагарина Ю.А.

413100, г. Энгельс, пл. Свободы, д.17, 8-917-323-98-97,

E-mail: ecos123@mail.ru

Аннотация: Проведено поэтапное извлечение ионов никеля и $\text{Ni}(\text{OH})_2$ из раствора гальваношлама в присутствии комплексообразователя пирокатехина. Изготовлены катоды, которые в качестве основного компонента активной массы содержат полученный $\text{Ni}(\text{OH})_2$. Изучены циклические характеристики изготовленных электродов, которые позволяют рекомендовать использовать $\text{Ni}(\text{OH})_2$, полученный при добавке пирокатехина в количестве 50 г/л, для изготовления активной массы Ni-Cd и Ni-Fe аккумуляторов.

Abstract: Stage-by-stage extraction of ions of nickel and $\text{Ni}(\text{OH})_2$ of solution of a galvanoshlam in the presence of a kompleksoobrazovatel of pyrocatechin is carried out. Cathodes which as the main component of active weight contain the received $\text{Ni}(\text{OH})_2$ are made. Cyclic characteristics of the made electrodes which allow to recommend to use $\text{Ni}(\text{OH})_2$ received at a pyrocatechin additive in number of 50 g/l for production of active mass of Ni-Cd and Ni-Fe of accumulators are studied.

Все без исключения предприятия оказывают негативное воздействие на состояние окружающей природной среды. Особенно это касается химической отрасли, а тем более гальванических цехов и участков. Опасность обусловлена не только воздействием растворов и сточных вод, но и накоплением большого количества гальванических шламов (ГШ), содержащих такие токсичные компоненты, как никель, цинк, железо, медь, хром, свинец, кадмий и др. [1, 2].

Однако эти компоненты при нахождении эффективной технологии их утилизации являются источником ценных, дорогих и необходимых производств металлов. Современным и рациональным методом является утилизация ГШ, проводимая в две стадии. На первой стадии осуществляется избирательное извлечение тяжелых металлов. Это может быть проведено путем химического выщелачивания металлов из осадков и селективного осаждения соединений металлов при различных значениях кислотности растворов [3], электрохимического извлечения [4, 5], а так же обработкой комплексообразователями [6]. В дальнейшем извлеченные компоненты можно применять при изготовлении металлов и сплавов, пигментов-наполнителей, аккумуляторов, стеклоизделий, глазурей, иммобилизовать в полимерную матрицу, а так же использовать для изготовления полиоксидных катализаторов [7, 8], никель-кадмиевых (Ni-Cd) и никель-железных (Ni-Fe) аккумуляторов [9,10]. На второй стадии осуществляется утилизация пустых шламов при изготовлении, например, строительных материалов и дорожных покрытий.

Такое поэтапное извлечение тяжелых металлов позволяет получить необходимые производству металлы и снизить класс опасности образующихся отходов. Все вышесказанное подчеркивает, что нахождение оптимального способа утилизации гальваношламов (ГШ) с получением полезных компонентов и товаров народного потребления, является актуальным и своевременным.

Целью данной работы было проведение поэтапного извлечения ионов никеля и $\text{Ni}(\text{OH})_2$ из раствора гальваношлама в присутствии комплексообразователя пирокатехина, а так же изучение циклических характеристик электродов изготовленных на основе полученного гидроксида никеля.

Экспериментальные данные и их обсуждение

В качестве объекта исследований был взят ГШ, образующийся после ванн никелирования и активации имеющий состав, приведенный в таблице 1.